



INFORMAÇÕES GERAIS DO TRABALHO

Título do Trabalho: Planta didática para simulação de processos industriais

Autor (es): Carlos Henrique Reis Faria (bolsista) ; Gabriela Souza Reis (bolsista); Francisco Heider Willy dos Santos (Orientador); Gaby Patricia Terán Ortiz (Coautor).

Palavras-chave: Planta didática, caldeiras, ensino.

Campus: Bambuí- Minas Gerais

Área do Conhecimento (CNPq): Automação Eletrônica de Processos Elétricos e Industriais; Instalações Industriais de Produção de Alimentos.

Tipo de bolsa: Bolsa de estudo de Inovação **Financiador:** Conselho Nacional de Tecnológica (PIBITI) Desenvolvimento Científica e Tecnológico

RESUMO

O uso de plantas didáticas para simulação de processos industriais tem se mostrado uma importante ferramenta de aprendizagem nos cursos de engenharia e cursos técnicos. Esses módulos permitem a abordagem de conteúdos de diversas áreas como Termodinâmica, Máquinas Térmicas, Instrumentação, Automação e Controle, entre outras, contudo, o custo dessas plantas didáticas disponíveis no mercado é bastante elevado o que inviabiliza sua utilização em instituições com poucos recursos. Além do aspecto educacional essas plantas didáticas podem ser utilizadas para a simulação de processos industriais em pequena escala, em especial os processos de produção de vapor o que é feito através de uma pequena caldeira que acompanha o módulo didático. Esta caldeira viabiliza a simulação de malhas de controle de nível e pressão de vapor permitindo o estudo de avarias em caldeiras industriais. Este trabalho objetiva o projeto e construção de uma planta didática de baixo custo para simulação e estudo de processos industriais, em especial as caldeiras a vapor. O modelo construtivo obtido poderá ser disponibilizado para que outras instituições de ensino construam suas próprias plantas didáticas.

INTRODUÇÃO:

Dado à atual e acelerada criação de novos equipamentos industriais e a constante exigência por profissionais capacitados, é de vital importância que o aluno de graduação tenha contato com essa instrumentação, isto lhe fornecerá maior preparo para o mercado, o que será de grande valia na sua vida profissional (SILVA *et al.*, 2011). Albuquerque e Souki (2006) reforçam o papel da escola quando a determinam como o espaço social responsável pela preparação de profissionais. Isso ocorre principalmente na educação em engenharia, a qual deve ser realizada com equipamentos técnicos e computadores (COELHO *et al.*, 2001).

Diante de tais fatos, é possível perceber que a utilização de recursos didáticos complementares mostra-se essencial para a consolidação do conhecimento. Segundo Silva *et al* (2011), a Planta Didática Industrial é um método de aproximar o aluno ao máximo da realidade das empresas pois tem como objetivo



demonstrar a operação de suas diversas malhas de controle usando dos mesmos equipamentos e ferramentas de automação industrial.

Segundo Wolovich (1994) *apud* Silva *et al.* (2012) através de uma planta didática é possível identificar e estudar diversos fatores que influenciam no processo. Para isso tem-se equipamentos capazes de medir as principais grandezas que traduzem transferências de energia, sendo elas: pressão, nível, vazão e temperatura; as quais pode ser denominadas variáveis de um processo (CONCEIÇÃO, 2005).

Uma forma simples de estudar e compreender o processo de uma caldeira é através de uma planta didática. Segundo Vieira (2015) além do aspecto educacional elas podem ser utilizadas para o estudo de diversos processos industriais em pequena escala, neste caso a produção de vapor através de uma pequena caldeira elétrica acoplada em um módulo didático. Através desses módulos é possível abordar diversas áreas de conhecimento encontradas em cursos técnicos e superiores de engenharia, como termodinâmica, máquinas térmicas, instrumentação, automação e controle, entre outras.

Em uma planta didática, principalmente para simulação de caldeiras industriais pode ser encontrado motor, bomba, válvula, equipamentos elétricos, painéis de controle, motores, transmissores de pressão e temperatura, tubulação, controladores, entre outros equipamentos (NOGUEIRA *et al.*, 2005). Estes equipamentos são fundamentais para que a planta didática tenha um desempenho o mais próximo possível de um processo industrial (SILVA *et al.*, 2012).

A planta didática proporcionará a simulação de processos industriais, em especial a simulação de caldeiras industriais em pequena escala. Atualmente não existem muitos estudos relacionados às causas de avarias em caldeiras, as ocorrências em condições reais são raras e difíceis de serem replicados, estes eventos são complexos e envolvem múltiplos efeitos físicos, o tanque pressurizado de baixa pressão disponível na planta didática pode prover o estudo desses efeitos através da aquisição de dados e sua análise no computador.

Segundo Campos (2011), a produtividade das empresas se encontra diretamente ligada aos processos. O mesmo autor ressalta que um processo deve ser bem elaborado, a operação necessita de profissionais capacitados e familiarizados com as atividades e os variáveis presentes no mesmo. Para isso faz-se necessário que os profissionais estudem e conheçam tais processos, onde o ideal é que os mesmos tragam consigo conhecimentos básicos obtidos durante sua formação.

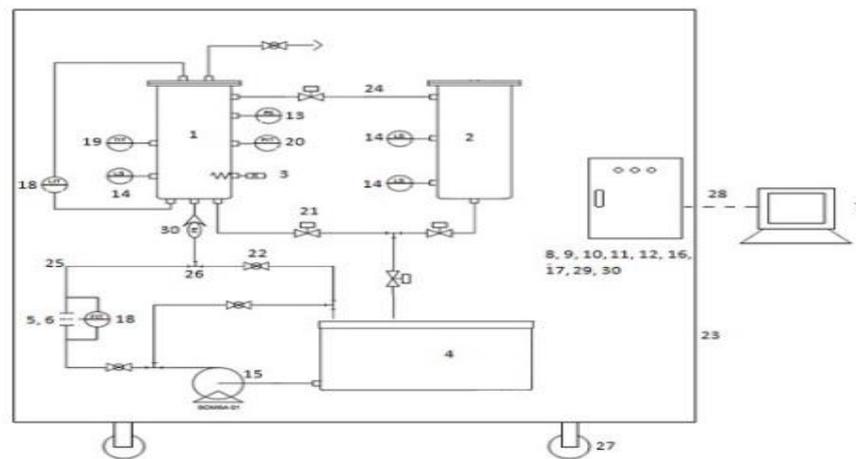
Outro tema essencial é a importância das caldeiras para as indústrias, porque ela gera o vapor necessário para diversas atividades. Além de ser utilizada para movimentar máquinas, a caldeira também é útil para esterilização, aquecimento e tem uma participação direta no processo produtivo, como matéria – prima. É importante ressaltar também que as caldeiras não se restringem apenas ao ambiente industrial e também são utilizadas por outras empresas, como restaurantes, hotéis, hospitais e frigoríficos (MARGONAR, 2012).

É importante ressaltar que a confecção da planta didática, além de contribuir com a qualidade das aulas práticas nas áreas de automação e instrumentação no laboratório do IFMG Campus Bambuí, será um modelo que poderá ser replicado por outras instituições.

A *priori*, inicio-se projeto pela Revisão Bibliográfica, a qual não foi descrita no cronograma, mas devido à importância de se ter uma base de conhecimentos para a execução das demais atividades, esta etapa foi introduzida no planejamento. Conforme Gil (2002) a pesquisa bibliográfica é aquela que se apóia em algum material já elaborado, principalmente artigos científicos. Nesse sentido, a pesquisa bibliográfica busca conhecer, analisar e explicar contribuições sobre determinado assunto/tema/problema e tem por finalidade conhecer diferentes formas de contribuição científica (CERVO et. al., 2007). Neste sentido a pesquisa bibliográfica teve por finalidade servir como base para os bolsistas absorverem conhecimentos e se prepararem para as demais atividades do projeto. O principal foco desta etapa foi estudar caldeiras elétricas e os instrumentos utilizados neste processo. Esta etapa se fez importante para as compras dos instrumentos, montagem, regulagem e utilização, uma vez que foi possível conhecer detalhadamente os equipamentos que serão utilizados (bombas hidráulicas, sensores de pressão, sensores de nível, sensores de temperatura e sensores de vazão).

Posteriormente houve a análise da primeira proposta do projeto mecânico mostrados na figura 1, onde os elementos são: um tanque de aquecimento (1) e um tanque de mistura (2) de trinta e cinco litros cada, que possuem uma resistência de seiscentos watts (3) dos, um tanque de reservatório de cem litros (4), uma placa de orifício para medição de vazão de água na saída da bomba (5) e dois flanges de fixação (6) que serão projetados e confeccionados no setor de Mecânica da própria Instituição, um notebook para simular o sistema supervisório (7), um quadro de comando elétrico (8), dois disjuntores monopolares (9), dois disjuntores tripolares (10), uma fonte chaveada (11), quarenta bornes de conexões elétricas (12), um pressostato (13), três chaves de nível (14), uma bomba centrífuga monoestágio trifásica (15), um inversor de frequência trifásico (16), um relé de estado sólido (17), dois transmissores de pressão diferencial (18), um transmissor de temperatura (19), um transmissor de pressão manométrica (20), quatro válvulas solenoides (21), quatro válvulas manuais tipo esfera (22), trinta metros de perfil estrutural de alumínio para confecção do chassi (23), dez metros de tubo de aço galvanizado (24), dez cotovelos de aço galvanizado (25), cinco conexões tipo T (26), quatro rodízios gel (27), uma interface de configuração Hart (28), um controlador lógico programável (29) e um relé de estado sólido (30).

Figura 1: Esboço inicial do projeto mecânico



Fonte: Autores.



Diante de análises houve a adequação do projeto mecânico, cotação e compra de materiais e início da montagem da planta didática. Durante parte da adequação do projeto mecânico houve reuniões para estabelecer a forma mais eficiente e ergonômica para montagem e disposição dos elementos que irão compor a planta didática. Estabelecido o projeto ideal refinou o desenho mecânico do mesmo.

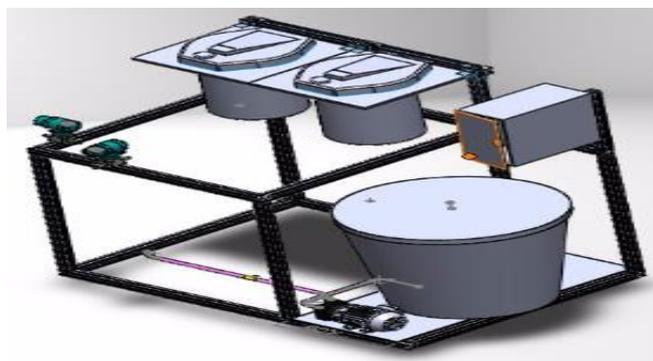
Posteriormente ocorreu a cotação dos materiais e em durante a espera da chegada dos componentes da planta iniciou-se o projeto da placa de orifício. Para dimensionamento da placa utilizou-se o software *FlowCalc*, desenvolvido pela *Control Engineering Sweden AB*.

A etapa que também deu-se início também após a compra dos equipamentos da planta foi o projeto elétrico, o mesmo foi desenvolvido, analisado e melhorado antes do início da montagem. Por fim, começou-se a montagem e paralela era desenvolvido o manual de montagem. Ao término dessa etapa prosseguiu para os testes e confecção do manual de experimentos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES:

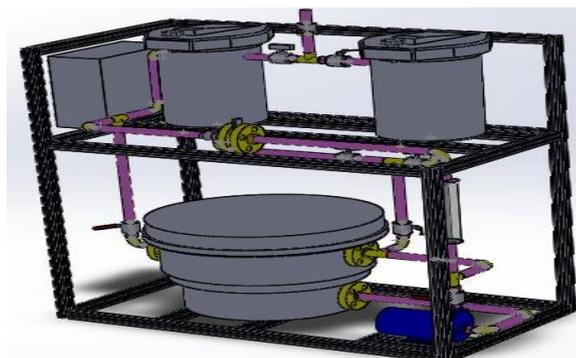
Ocorreu a adequação do projeto mecânico, onde primeiramente (Figura 1), estabeleceu-se um layout que posteriormente analisado não foi considerado o ideal, por tanto houve a adequação conforme a figura 2. Um aspecto importante considerado para mudança do desenho estrutural é que a nova versão traria uma diminuição de material gasto para construção e também ganharia ergonomia durante as aulas experimentais que a bancada fosse utilizada.

Figura 2 – Primeiro desenvolvimento estrutural



Fonte: Autores.

Figura 3 – Planta Final

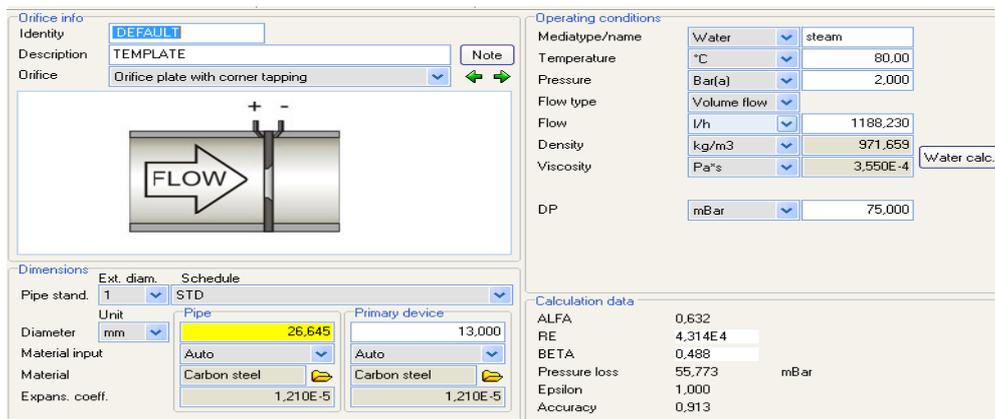


Fonte: Autores.

Depois da definição do melhor projeto mecânico e para estabelecer a compra de alguns componentes fez-se o cálculo da placa de orifício onde foram considerados os seguintes dados no software:

- Fluido: água;
- Diâmetro da tubulação de 1";
- Pressão diferencial máxima de 75mBar (leitura máxima do transmissor de pressão);
- A temperatura do fluido igual a 80°C;
- Pressão absoluta interna 2bar;
- Diâmetro do orifício 13mm.

Figura 4 – Interface do software de cálculo para dimensionamento de placa de orifício.



Fonte: Autores.

Com os dados obtidos projetou-se a placa de orifício e usinou-a no torno disponível na instituição.

Figura 5 – Placa de orifício.



Fonte: Autores.

Simultaneamente a construção da placa de orifício era confeccionado o projeto elétrico. Uma vez que já tinha a especificações técnicas de todos os componentes presentes na planta didática. Esse que seja detalhada no apêndice 1.

Por fim, com a chegada do material começou a montagem da planta didática conforme preestabelecido anteriormente. Nessa etapa percebeu-se que houve falta de alguns materiais não previstos anteriormente no projeto inicial, tais como nipes e parafusos.



Figura 6 – Projeto mecânico finalizado.



Fonte: Autores.

Figura 7 – Disposição do painel elétrico.



Fonte: Autores.

CONCLUSÕES:

Durante a etapa inicial notou-se uma demora inesperada com o orçamento das peças por parte dos fornecedores, a demora da liberação de recursos financeiros também comprimiu bastante o cronograma original, porém durante esse período aproveitou-se para a revisão das especificações e detalhamentos técnicos o que permitiu que o cronograma final não fosse comprometido.

Durante a realização do projeto acarretou no desenvolvimento de varias habilidades, dado que é um projeto multidisciplinar onde envolvia conhecimentos de mecânica, elétrica, instrumentação, logística e automação. Outro aspecto relevante é que o mesmo possibilitou a vivência pratica que um engenheiro vive



durante sua vida profissional, tais como acompanhar e verificar todas as etapas de um projeto industrial real, as dificuldades enfrentadas em todas as suas fases, levantamento de requisitos, projeto básico, definição de escopo, detalhamento de especificação técnica, orçamento, compra, gerenciamento da logística, revisão de projeto e início da construção contribuindo para desenvolvimentos de conhecimentos teóricos adquiridos no curso de Engenharia de Produção

De modo a tornar o projeto público criou-se um site que está registrado sob o domínio de <https://sites.google.com/view/plantadidatica/>, onde dos arquivos desenvolvidos durante o projeto estão disponíveis e também fotos da execução.

Espera-se que este trabalho seja utilizado como modelo em outras unidades educacionais e que permita uma boa compreensão de uma instalação industrial real em pequena escala, e que possa ser utilizado em diversas experiências científicas aplicadas.

ALBUQUERQUE, Cícera Maria Gomes e SOUKI, Fadhia Gonçalves El. **A prática docente: o ensinar e aprender**, 2006.

ALMEIDA, L. A. R. de. **Estudo da viabilidade técnica, econômica e ambiental da substituição de um banco de resistências elétricas de aquecedores por uma caldeira alimentada por biomassa de paletes residuais na indústria de laminação**. Universidade Estadual Paulista. Guaratinguetá – SP, 2012.

BRAGA, W. **Transmissão de calor: introdução ao estudo**. Ed. Booklink. Rio de Janeiro – RJ, 2001.

CAMPOS, M. A. de. **Estudo das instalações e operação de caldeira e vasos de pressão de uma instituição hospitalar, sob análise da nr 13**. da Universidade do Extremo Sul Catarinense- UNESC. Criciúma – SC, 2011.

CERVO, Amado L. et al. **Metodologia científica**. 6ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.

COELHO, et al. **Experimentos práticos de controle adaptado na graduação COBENGE** - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Florianópolis: UFSC, 2001.

CONCEIÇÃO, E. da. **Apostila de Instrumentação industrial**. SENAI. Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL. Tubarão – SC, 2005.

GIL, A. C. (2002). **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª ed. São Paulo: Atlas.

MARGONAR, R. **Caldeiras**. Eletronuclear. 2012.

NOGUEIRA, L. A. H.; ROCHA, C. R.; NOGUEIRA, F. J. H. **Eficiência Energética no Uso de Vapor**. Primeira edição. Eletrobrás, 2005.

SILVA, L. R. B.; Endo, W.; Scalassara, P. R.; Angélico, B. A.. **Práticas de aprendizagem para sistemas de controle de processos: identificação de sistemas utilizando uma planta didática industrial**. XI Congresso Brasileiro de Engenharia. Belém-PA, 2012.

SILVA, R. B.; LOPES M. P., AMARAL, L. S. **Projeto e construção de uma planta didática para ensino de estratégias de controle de nível, vazão e temperatura em cursos de Engenharia**. Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros – FACIT. Montes Claros – MG, 2011.

SMAR. **PD3-F – Manual de instruções, operação e manutenção**. v. 3. 2012.

VIEIRA, J. S. **Planta didática automatizada para ensino de graduação em Engenharia**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro – RJ, 2015.